

Instrumentation et mesures de données sur incendies de forêt

1. Contexte finalisé

A l'heure actuelle, de nombreux modèles de propagation de feu sont développés. La plupart des mécanismes expliquant l'éclosion, le comportement et la propagation d'un feu est désormais bien connue, et les avancés dans le domaine de la recherche permettent leur description mathématique et physique. De plus, l'évolution des moyens informatiques entraîne une résolution rapide des codes de calcul. Un problème majeur se fait cependant ressentir : celui de la validation au niveau opérationnel. Une des raisons principale empêchant la phase de validation des modèles est le manque évident de données sur incendie de forêt. La nécessité de développer une banque de données apparaît ainsi de plus en plus pressante.

Cette demande est également présente au niveau des acteurs de la lutte contre les feux de forêt. Ils ont en effet besoin de connaître les caractéristiques d'un feu (flux dégagés, température ...) pour pouvoir adapter leur moyen, leur matériel et donc leur tactique de lutte. Une instrumentation lors d'un incendie de forêt par la mise au point de capteur est donc proposée dans cette étude.

i) Validation des modèles de comportement et de propagation de feu

La plupart des validations de modèle de propagation identifie la position du front et/ou de la vitesse du front de flamme. Des modèles différents ou le même modèle avec des paramètres différents peuvent conduire à des résultats identiques. Il apparaît alors que le nombre de paramètres utilisés pour la validation est insuffisant pour différencier et classer les modèles. Il est nécessaire d'utiliser d'autres grandeurs physiques : principalement la température et les champs hydrodynamiques.

ii) Mesure de la température

La mesure de la température est en général difficile, surtout en présence de rayonnement. Ceci est du à la fonction de transfert des capteurs. Ceux-ci ne sont pas sensibles à la température ambiante mais détectent le flux de chaleur qu'ils reçoivent. Il est donc plus justifié de mesurer le flux d'énergie plutôt que les températures.

iii) Mesure de l'hydrodynamique

L'hydrodynamique intervient à deux endroits : au dessus de la strate végétale et dans cette dernière.

Au dessus de la strate, l'hydrodynamique intervient sur la forme de la flamme et donc sur le transfert par rayonnement vers la végétation non brûlée. Dans la strate,

l'hydrodynamique détermine l'apport en air frais ainsi que la vitesse des particules fluides dans la zone de combustion et donc la hauteur de flamme. Elle est donc déterminante dans la propagation du feu. Sa mesure apporterait des informations précieuses pour améliorer les modèles.

Il est également à signaler que les modèles physiques proposés à l'heure actuelle, et sans doute ceux à venir, sont des modèles de milieux équivalents. Les grandeurs sont des moyennes prises sur un volume élémentaire représentatif (V.E.R). L'échelle de mesure doit « correspondre » à l'échelle caractéristique du V.E.R : il est inutile de mesurer des grandeurs physiques de façon ponctuelle.

Nous proposons de mettre au point un capteur répondant aux trois points soulevés précédemment. Détaillons le cahier des charges du capteur :

- i) Son échelle caractéristique est adaptée à celle du V.E.R.
- ii) Il doit identifier des flux de chaleur plutôt que des températures.
- iii) Il doit permettre l'évaluation de grandeurs moyennes pour l'hydrodynamique.

Ajoutons les éléments technologiques suivants :

- iv) Il doit avoir un coût le plus faible possible pour instrumenter des feux réels.
- v) Il doit être simple et commode d'installation et d'emploi.
- vi) Absence de liaison physique entre les capteurs et la centrale d'acquisition

2. Contexte scientifique

Lors de brûlages dirigés, quelques feux ont été instrumentés [1,2]. La fiabilité de ces mesures n'a jamais été estimée par rapport aux modèles existants. On peut penser que très peu de recherches ont été menées suivant les orientations proposées dans ce projet.

Les partenaires de ce projet sont :

LEMTA (Laboratoire d'Energétique et de Mécanique Théorique et Appliquée)

UMR 7563 – CNRS – INPL – UHP

Equipe de O.Sero-guillaume impliquée dans les projets Européens

INFLAME et ACRE

LEPT -(Laboratoire Energétique et Phénomènes de Transfert)

J-C Batsale – CNRS - Talence

SDIS 13 (Service Départemental d'Incendie de Secours)

CEREN (Centre d'Essais et de Recherche de l'Entente)

3. Démarche scientifique

i) Modélisation du capteur.

L'objet de ce projet est de mettre au point un instrument de mesure de température et de flux de chaleur au cours d'incendies de forêt. Il vise à mesurer des données pour la validation de modèle de propagation du feu. Dans ce but, nous proposons d'implanter sur le site des barres métalliques de propriétés thermophysiques constantes et calibrées (voir figure ci dessous)

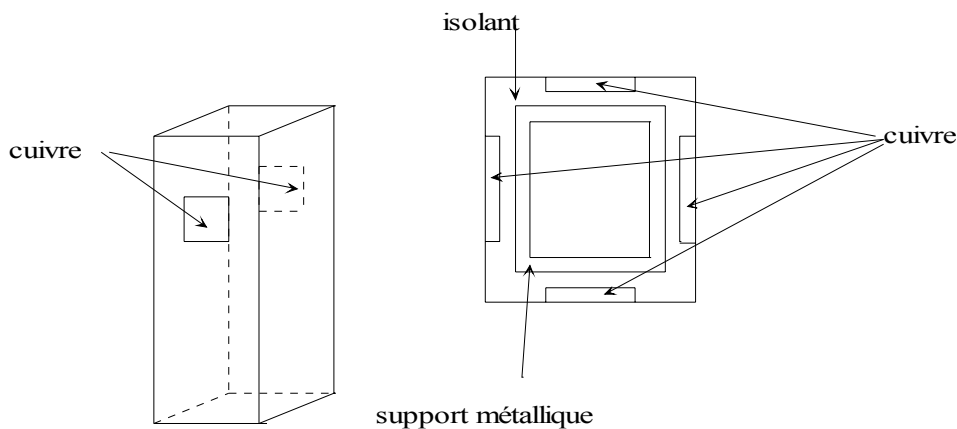


figure : schéma de principe, les pastilles latérales du dessin de gauche ont été supprimées.

La barre métallique est isolée thermiquement, et quatre pastilles de cuivre ou de laiton sont collées sur le support. Le capteur réalisera uniquement des mesures thermiques. Il est en fait constitué de plusieurs étages de tels dispositifs décrits ci dessus.

L'évolution des températures sur les différentes surfaces au cours du temps sera obtenue par des thermocouples fixés sur celles-ci. Une fois étalonnés, ces thermocouples permettent de remonter aux différents flux de chaleur : $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ sur chaque face.

L'estimation de ces flux permet alors de trouver :

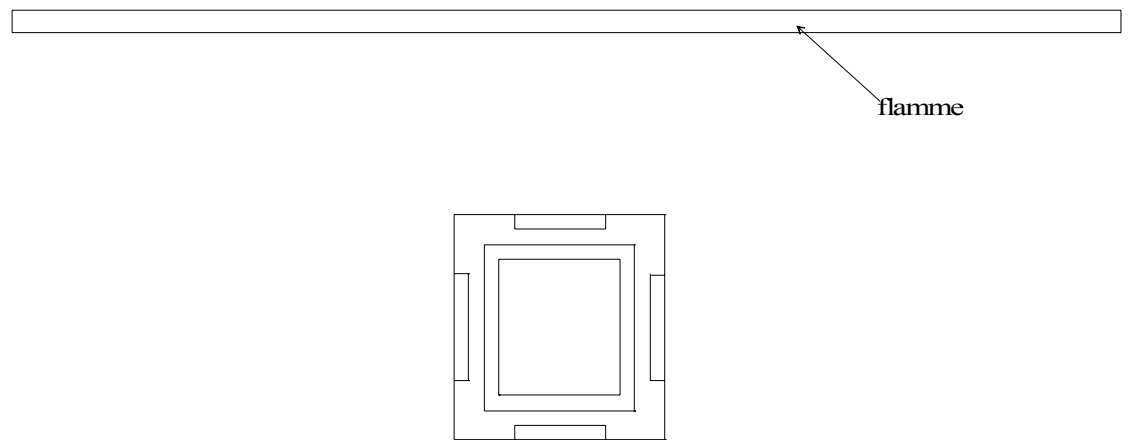
le flux radiatif: φ_r

le champ de température de l'écoulement: T_∞

le champ de vitesse de l'écoulement: U_∞

La première phase consiste à étalonner la fonction de transfert (flux-température) du capteur.

La réponse en situation réelle du capteur est évaluée par une simulation numérique, le modèle actuelle se schématise par la situation suivante :



Le modèle est 3D, la flamme est modélisée par une zone d'apport de chaleur qui rayonne. L'écoulement et la température du gaz sont calculés avec et sans capteur.

Dans le cadre du DEA de K. Chetehouna, une première approche de faisabilité a été menée : la fabrication d'un élément prototype a été réalisée, la fonction de transfert donnant le flux thermique en fonction de la température du cuivre a été déterminée. Le modèle numérique simplifié décrit ci dessus a été implanté dans FLUENT. Aucun essai expérimental n'a été mené pour l'instant, cependant les premiers résultats numériques montrent la possibilité d'identifier la température et la vitesse de l'écoulement à l'aide d'un capteur de ce type.

La mise au point de ce capteur fera en particulier l'objet d'une thèse préparée au LEMTA/CEREN, avec les étapes suivantes :

i) Réalisation pratique et évaluation

Le prototype du capteur ainsi que sa liaison à l'ordinateur traitant le signal seront réalisés. Le capteur sera évalué d'abord en tunnel à feu puis sur des feux contrôlés.

ii) Validation.

En plus du modèle numérique du capteur, une campagne expérimentale de validation est prévue:

1°) Détermination de la fonction de transfert flux - température.

2°) Choix des métaux et des épaisseurs de plaques conductrices pour adapter la sensibilité.

3°) Calibrage de l'appareil en présence d'un flux radiatif, sans convection.

4°) Calibrage de l'appareil en soufflerie, l'air étant à température donnée et sous différents angles d'incidences. La comparaison des résultats obtenus avec le capteur sur des feux réels et ceux obtenus avec le modèle développé au LEMTA sera effectuée. Le mode d'identification se fera suivant le protocole proposé dans [2] .

Répartition des tâches :

i)	Tâche	ii)	Partenaire
	Modélisation du capteur		LEMTA/ LEPT
	Réalisation pratique du prototype		LEMTA
	Liaison capteur – centrale d'acquisition		CEREN
	Essais d'évaluation		CEREN
	Calculs validation		LEMTA
	Acquisition de données sur feux réels		CEREN/ SDIS 13

4. Bibliographie

1 – Rapport IPSN projet Européen MINERVE 2 - 1995

2- F. Giroud, J. Margerit, C. Picard, O. Séro-Guillaume, Data assimilation : towards a protocole, 3rd International Conference on Forest Fire Research, Coimbra, 16-20 November 1998.

3. K. Chéthehoua. "Modélisation d'un capteur destiné à l'instrumentation des feux de forêts". LEMTA. DEA Mécanique Energétique INPL Juillet 1998.